BASES DA FLUIDOTERAPIA

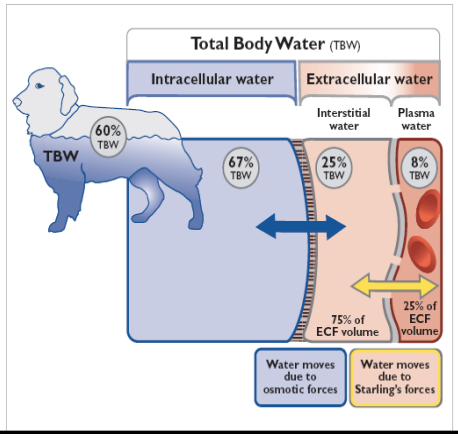
Wagner Sato Ushikoshi

Fluidoterapia

- Indicações
  - restabelecer e manter a volemia
  - corrigir alterações eletrolíticas e ácido-básico
  - estimular a diurese
  - manter um acesso venoso

Introdução

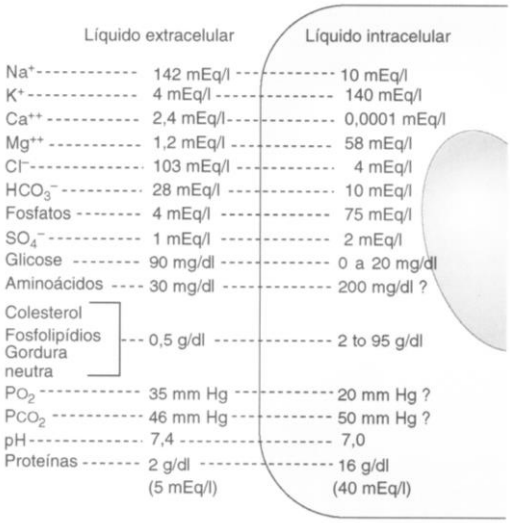
- aproximadamente 60% do peso corpóreo do cão e do gato é constituído de água



Forças de Starling – espaço IV e EV

- pressão hidrostática (pressão nos vasos)
  - força a saída de água para o espaço extravascular
- pressão oncótica (proteínas)
  - força a entrada de água para o espaço intravascular

Espaço extracelular e intracelular


Líquido extracelular
Líquido intracelular
Na+ 142 mEq/l 10 mEq/l
K+ 4 mEq/l 140 mEq/l
Ca++ 2,4 mEq/l 0,0001 mEq/l
Mg++ 1,2 mEq/l 58 mEq/l
Cl− 103 mEq/l 4 mEq/l
HCO3− 28 mEq/l 10 mEq/l
Fosfatos 4 mEq/l 75 mEq/l
SO4− 1 mEq/l 2 mEq/l
Glicose 90 mg/dl 0 a 20 mg/dl
Aminoácidos 30 mg/dl 200 mg/dl ?
Colesterol
Fosfolipídios
Gordura neutra
0,5 g/dl 2 to 95 g/dl
PO2 35 mm Hg 20 mm Hg ?
PCO2 46 mm Hg 50 mm Hg ?
pH 7,4 7,0
Proteínas 2 g/dl 16 g/dl
(5 mEq/l) (40 mEq/l)

Equilíbrio ácido-básico

- pH
  - concentração sanguínea normal de H^+ = 0,00004 mEq/l
  - como tais valores são pequenos, eles são expressos em escala logarítima

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} \quad \Leftrightarrow \quad pH\ normal = \frac{1}{0{,}0004} \sim 7{,}4$$

Equilíbrio ácido-básico

- produção de ácidos no metabolismo
  - ácido carbônico
  - ácidos alimentares
  - ácido lático
  - ceto-ácidos
- mecanismos de controle
  - sistema tampão, respiração, excreção e reabsorção renal

Mecanismos de controle do pH

- sistema tampão do bicarbonato (HCO_3^-)
- sistema tampão do fosfato ($H_2PO_4^-$)
- proteínas

Mecanismos de controle do pH

- centro respiratório
  - regula a remoção do dióxido de carbono (CO_2)

$$CO_2 + H_2O \Leftrightarrow H_2CO_3 \Leftrightarrow HCO_3^- + H^+$$

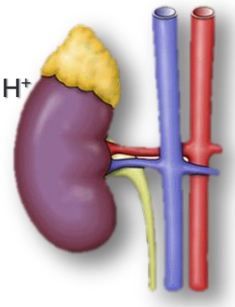
  - pH ácido → causa taquipnéia (↓ PCO_2)
  - pH alcalino → causa bradipnéia (↑ PCO_2)

Mecanismos de controle do pH

- rins
  - excreção de H^+
  - excreção, reabsorção e produção de HCO_3^-

anidrase carbônica

$CO_2 + H_2O \Leftrightarrow HCO_3^- + H^+$



formação e reabsorção de bicarbonato de sódio ($HCO_3^- + Na^+ \Leftrightarrow NaHCO_3$)

excreção de íon hidrogênio (H^+)

Equílibrio ácido-básico

- Equação de Henderson-Hasselbach

$$pH = = 6{,}1 + \log \frac{HCO_3^-}{PCO_2 \text{ X } 0{,}03}$$

- regulação do HCO_3^- controlada pelos rins
- regulação da PCO_2 controlada pela respiração

Perguntas...

- qual o volume a ser dado?
  - grau de desidratação?
  - êmese ou diarréia?
- por qual via de administração?
- qual o fluido de escolha?

DESIDRATAÇÃO (perda do peso corporal)	GRAU	EXAME FÍSICO
< 5%	assintomática	sem alterações físicas; histórico/observação de perdas ou não ingestão de líquidos
5 a 6%	leve	perda discreta da elasticidade da pele (para a espécie canina, se assemelha à elasticidade do felino hígido)
7 a 9%	moderada	perda da elasticidade da pele, TPC discretamente elevado, discretas enoftalmia e xerostomia
10 a 12%	severa	perda acentuada da elasticidade da pele (pregueamento prolongado), TPC elevado, enoftalmia e xerostomia óbvias; taquicardia e alterações de pulso podem estar presentes
13 a 15%	crítica ou Muito Severa	sintomas definidos de choque (hipotermia, taquicardia, pulso filiforme); óbito iminente

BENESI, F.J. e KOGIKA, M.M. Fluidoterapia. *In*: H.S. Spinosa, S.L. Górniak, M.M. Bernardi , *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*, 5ª ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2011, p 739-761.

Fluidoterapia

- cálculo do volume total (Vt) a ser administrado em 24 horas
- levar em consideração
  - manutenção
  - reposição
  - perdas eventuais (êmese e/ou diarréia)

$$Vt = manutenção + reposição + perdas$$

Fluidoterapia

- manutenção
  - perdas imperceptíveis (transpiração, urina, etc)
  - 40 a 60 ml / kg em 24 horas
- reposição
  - calculada pela % de desidratação
  - déficit hídrico pré-existente
- perdas
  - déficit que está ocorrendo (êmese ou diarréia)
  - 40 a 60 ml / kg em 24 horas

Fluidoterapia

- cálculo da reposição em ml

$$reposição_{(ml)} = peso_{(kg)}\ X\ \%\ desidratação\ X\ 10$$

- exemplo
  - cão, 10 kg com 5%
    - reposição = 10kg X 5% X 10
    - reposição = 500 ml

*somar com a manutenção e perdas (se houver)

- $Vt = manutenção + reposição + perdas$

Fluidoterapia

- um cão de 7 kilos com 8% de desidratação e diarréia deve receber, em 24 horas:
  - $manutenção = 7_{(kg)}\ X\ 50_{(ml)} = 350\ ml$
  - $reposição = 7_{(kg)}\ X\ 8_{(\%)}\ X\ 10 = 560\ ml$
  - $perdas = 7_{(kg)}\ \mathrm{X}\ 50_{(ml)} = 350\ ml$

$$Vt_{(ml)} = manutenção + reposição + perdas$$

$$Vt_{(ml)} = 350 + 560 + 350 = 1260\ \mathrm{ml}$$

Fluidoterapia

- equipo
  - macrogotas = cada 20 gotas equivale a 1 ml
  - microgotas = cada 4 gotas equivale a 1 gota do equipo de macrogotas
    - indicada nos animais de pequeno porte ou nas medicações de infusão contínua

Fluidoterapia

- velocidade de infusão
  - no exemplo anterior o paciente receberia 1260 ml em 24 horas o que equivale a:
    - 52,5 ml/hora
    - 0,9 ml/minuto ≈ 18 gotas/minuto

*dependendo do grau de desidratação, o volume de reposição pode ser feito nas primeiras 4-6 horas e o restante em 24 horas

Fluidoterapia

- monitorar
  - pressão arterial (pulso, TPC)
  - auscultação pulmonar (crepitações)
  - diurese
    - oligúria: < 0,7 ml/kg/hora
    - normal: 1 a 2 ml/kg/hora
    - poliúria: > 2 ml/kg/hora

Perguntas...

- qual o volume a ser dado?
  - grau de desidratação?
  - êmese ou diarréia?
- por qual via de administração?
- qual o fluido de escolha?

Fluidoterapia

- vias de administração
  - intravenosa
  - intraóssea
    - em filhotes
  - subcutânea
  - oral

Fluidoterapia

- intravenosa
  - animais desidratados clinicamente
  - animais hipotensos ou em choque
- subcutâneo
  - só em pacientes não ou levemente desidratados
  - fluidoterapia de manutenção
- oral
  - somente em pacientes sem êmese

Perguntas...

- qual o volume a ser dado?
  - grau de desidratação?
  - êmese ou diarréia?
- por qual via de administração?
- qual o fluido de escolha?

Fluidoterapia

- soluções cristalóides, eletrolíticas ou isotônicas
  - solução fisiológica NaCl 0,9%
  - glicofisiológico
  - ringer simples
  - ringer com lactato
- cerca de 80 a 90% do volume infundido vai para o espaço extravascular após 1 hora!

Fluidoterapia

- colóides (hipertônicas)
  - plasma, dextran, hetastarch e albumina
  - não se difundem para o espaço extravascular
  - aumentam a pressão oncótica
- outras (hipotônicas)
  - glicose a 5%, solução fisiológica NaCl 0,45%

Fluidoterapia- composição

Solução	Na^+	Cl^-	K^+	Ca2+	Kcal / l
NaCl 0,9%	154	154	-	-	-
Ringer lactato	130	109	4	4	9
Ringer simples	147	156	4	4	-
Glicose 5%	-	-	-	-	170

valores dos eletrólitos em mEq/L

Fluidoterapia

- tendem a causar acidemia
  - solução NaCl 0,9%
  - ringer simples
  - solução de glicose a 5%
  - solução glicofisiológica
- tendem a causar alcalemia
  - ringer com lactato
    - lactato é metabolizado no fígado em bicarbonato

Fluidoterapia

- solução NaCl
  - 0,45% (hipotônica)
    - manutenção (reposição apenas de água)
    - hipernatremia branda
  - 0,9% (isotônica)
    - reposição de água e eletrólitos
  - 7,5% (hipertônica)
    - choque agudo
    - não pode ser administrado em animais desidratados

Fluidoterapia

- ringer simples X ringer lactato
  - o ringer lactato
    - é metabolizado no fígado em bicarbonato, sendo indicado nas acidoses metabólicas
    - ringer lactato é conceitualmente contra-indicado nas doenças hepáticas
    - deve ser evitado em pacientes com neoplasias devido a produção aumentada de lactato pela glicólise anaeróbica dos tumores

Fluidoterapia

- ringer simples X ringer lactato
  - as soluções de ringer tem em sua composição potássio (K^+), portanto conceitualmente contra-indicada nos casos que tem hipercalemia (↑ K^+) como o hipoadrenocorticismo
  - por conter Ca^{2+} na sua composição é contra-indicado nas hipercalcemias
  - pelo mesmo motivo é contra-indicado usar o mesmo acesso nas transfusões sanguíneas

Fluidoterapia

- glicose 5%
  - é considerado uma solução hipotônica
  - não contém eletrólitos
  - a glicose é metabolizada e a reposição é apenas de água
  - indicada para pacientes cardiopatas, hipoglicêmicos e hipercalêmicos (excesso de potássio sérico)

Fluidoterapia

- glicofisiológico
  - solução de NaCl a 0,9% e glicose a 5%
  - geralmente é indicada nos pacientes
    - com doença hepática (exceto gatos com lipidose)
    - hipoglicêmicos
    - hipercalêmicos (↑ K^+)

Fluidoterapia

- quando a glicose entra nas células para ser utilizada, leva junto o potássio do espaço extracelular para o intracelular por isso é indicada nos casos de hipercalemia (↑ K^+)
  - exemplo: hipoadrenocorticismo, insuficiência renal em fase oligúrica

Suplementação de potássio

- nas doenças que diminuem a sua ingestão ou absorção
  - anorexia prolongada
- nos casos de aumento da sua excreção ou perdas
  - insuficiência renal crônica (poliúrica)
  - uso crônico de diuréticos
  - diarréias graves

Suplementação de potássio

- cloreto de potássio 19,1% contém 2,56 mEq/ml

Potássio sérico (mEq/L)	Suplementação (mEq/L)
3,5 - 5,0	20
3,0 - 3,4	30
2,5 - 2,9	40
2,0 - 2,4	60
< 2	80

***nunca exceder 0,5 mEq/kg/hora e reavaliar a cada 6-8 horas**

Suplementação de potássio

- solução de fisiológico de 500 ml
- suplementação de potássio 20 mEq/L
- KCl 19,1% = 2,56 mEq/ml
  - quantidade de K^+ a adicionar em 500 ml = 10 mEq
  - se 1 ml de KCl tem 2,56 mEq, o volume a adicionar é de 3,9 ml

Hipercalemia

- hipercalemia > 7,5 mEq/L
  - severo comprometimento cardíaco e arritmias
  - tratamentos
    - insulina regular (0,5 UI/kg) + glicose (0,5 a 1g/kg)
      - diminui 1 mEq/L em 30-60 minutos
      - monitorar glicemia e potássio sérico
    - gluconato de cálcio 10% somente em caso de bradiarritmia – 0,5 a 1,5 ml/kg, IV, em 10-20 minutos

Fluidoterapia

- velocidade de infusão - condições especiais
  - cirurgia não complicada
  - hipertensão e insuficiência cardíaca congestiva
  - aumentar a diurese
  - desidratação grave
  - choque hemorrágico, hipovolêmico, séptico

Fluidoterapia

- cirurgias
  - não complicada
    - 3 - 6 ml/kg/hora
  - filhotes em procedimentos demorados
    - 3 - 6 ml/kg/hora com glicose
  - hipertensão e insuficiência cardíaca congestiva
    - 3 ml/kg/hora
    - monitorar PA e auscultação pulmonar

Fluidoterapia

- aumentar a diurese
  - insuficiência renal
  - insuficiência hepática / hiperamonemia
  - intoxicações (?)
- aumentar 2,5 a 4 vezes o volume de manutenção e monitorar PA, sintomas de edema pulmonar e diurese

Fluidoterapia

- ressuscitação volêmica (choque)
  - solução cristalóide
    - administrar 90 ml / kg / hora
    - 25 a 50% do volume inicial na primeira meia hora e reavaliar a pressão arterial
    - "regra 1:3"
      - para cada volume perdido, repor o triplo
      - nas hemorragias 1:2 ou 1:1 devido a hipertensão e piora do sangramento

Fluidoterapia

- ressuscitação volêmica (choque)
  - NaCl 7,5% (hipertônica)
    - indicada nos casos de choque
      - volume de 4 ml / kg
      - velocidade de infusão
        - volume total em 5-10 minutos
        - não ultrapassar 1 ml/kg/minuto
      - duração do efeito de 30-60 minutos
    - nunca utilizar em animais desidratados

Fluidoterapia

- emese
  - perda excessiva de HCl e água
    - acidose ou alcalose metabólica?
  - diminuição da ingestão de água e perda pela êmese
    - desidratação
  - fluido de escolha:

Fluidoterapia

- diarréia
  - perda intestinal e bicarbonato e água
    - acidose ou alcalose metabólica?
  - absorção inadequada e perda de líquido nas fezes
    - desidratação
  - fluido de escolha:

Fluidoterapia

- vômito e diarréia
  - perda de água e absorção / ingestão insuficiente
    - desidratação
  - perda de HCl (vômito) e HCO_2^-
    - acidose ou alcalose metabólica?
  - fluido de escolha:

Fluidoterapia

- insuficiência hepática
  - produção de ácidos do catabolismo (ac. láctico)
    - acidose ou alcalose metabólica?
  - diminuição dos estoques de glicogênio
    - hipoglicemia
  - metabolização diminuída de substâncias tóxicas
    - hiperamonemia e toxemia
  - fluido de escolha: